

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : 2 764 992  
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)  
(21) N° d'enregistrement national : 97 07856  
(51) Int Cl<sup>6</sup> : G 01 S 5/16

(12)

BREVET D'INVENTION

B1

(34) DISPOSITIF DE REPERAGE POSITIONNEL D'UN OBJET DANS L'ESPACE ET PROCEDE D'UTILISATION DE CE DISPOSITIF.

(22) Date de dépôt : 24.06.97.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : GRANGER ROMAIN — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.12.98 Bulletin 98/52.

(72) Inventeur(s) : GRANGER ROMAIN.

(45) Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 03.09.99 Bulletin 99/35.

(73) Titulaire(s) :

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

(74) Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.

Se reporter à la fin au présent fascicule

FR 2 764 992 - B1



Best Available Copy

La présente invention concerne, de manière générale, un dispositif de repérage positionnel d'un objet dans l'espace, c'est-à-dire un procédé permettant de relever, par rapport à un référentiel fixe, non seulement 5 la position de l'origine d'un trièdre associé à cet objet, mais également l'orientation des trois axes de ce trièdre. Elle concerne également un procédé d'utilisation de ce dispositif.

Dans le domaine particulier des techniques de 10 mesure de forme et/ou de position d'un objet à l'aide d'une machine de mesure tridimensionnelle, on cherche de plus en plus à réaliser des machines qui sont à la fois compactes, légères et précises. Ce problème devient par exemple particulièrement aigu dans le cas de mesures de positions 15 d'objets à l'intérieur d'une carrosserie de véhicule automobile.

Récemment, des machines simples et maniables ont été proposées. Ces machines sont en général constituées par une embase et un bras déformable formé de bras articulés, 20 avec un palpeur monté en extrémité du dernier bras. L'ensemble ainsi formé est relié à un calculateur qui exploite les renseignements fournis par le palpeur et par des capteurs de position angulaire associés aux bras articulés. Cependant, ces machines ont de facto des 25 possibilités plus réduites en longueur accessible et les volumes mesurables sont en général limités à un mètre environ autour de l'embase. De ce fait, si l'on veut absolument effectuer des mesures dans une zone plus éloignée, il faut déplacer l'embase, ce qui fait perdre de 30 la précision car le calculateur détermine les coordonnées du palpeur dans le référentiel de la machine.

On pourrait être tenté d'utiliser un rail de guidage et de monter l'embase de la machine à mesurer en translation sur ce rail. Cependant, un tel dispositif 35 serait d'utilisation fastidieuse et malcommode. De plus, si

l'on veut conserver des précisions élevées (de l'ordre de deux dixièmes de millimètre), cela oblige à utiliser un rail de section suffisamment importante pour éviter son vrillage, et donc lourd et encombrant.

5 Un but de l'invention est précisément de résoudre ce problème, grâce à une technique de repérage positionnel de l'embase d'une machine de mesure tridimensionnelle du type précité, qui permette d'augmenter le volume mesurable de la machine tout en conservant une précision élevée.

10 Mais l'invention n'est pas limitée à cette application particulière. De manière plus générale, l'objectif de l'invention est de concevoir un dispositif de repérage positionnel, ainsi qu'un procédé d'utilisation de ce dispositif, qui permettent de relever aisément et avec 15 précision la position et l'orientation spatiale d'un objet dans un référentiel fixe de l'espace.

20 Selon l'invention, le dispositif comporte au moins trois modules d'émission et de réception, dont au moins un module embarqué associé à l'objet à repérer et au moins deux modules de référence, les modules étant reliés à une unité centrale d'acquisition et de traitement, chaque module comportant :

- un socle, le socle du ou de chaque module embarqué étant solidaire de l'objet à repérer,
- 25 - une tête montée sur le socle pour pivoter autour de deux axes non parallèles entre eux,
- deux capteurs de position angulaire associés aux mouvements de pivotement de la tête autour des deux axes précités de pivotement,
- 30 - une source de rayon lumineux portée par la tête mobile,
- une cible active portée par la tête mobile et délivrant un signal électrique témoignant de son éclairement par un rayon lumineux incident issu de la source de l'un des autres modules.

35 Le procédé d'utilisation de ce dispositif com-

porte les étapes suivantes :

- a) une distance de référence séparant deux modules, est préalablement mesurée et mémorisée dans l'unité centrale,
- b) les modules sont mis deux par deux dans une relation de pointage mutuel selon laquelle, pour chaque paire de modules, la cible de chacun des deux modules de cette paire est éclairée par le rayon lumineux issu de la source de l'autre module et l'unité centrale mémorise les deux couples d'angles relevés par les capteurs pour les positions angulaires correspondantes des têtes mobiles des deux modules,
- c) à partir des couples d'angles relevés lors de l'étape b) et de la distance de référence mémorisée, l'unité centrale calcule la position et l'orientation de l'objet.

Le dispositif et son procédé d'utilisation selon l'invention permettent donc de déterminer la position et l'orientation spatiale d'un objet sans que cet objet ne soit relié à aucun support mécanique. Cette absence de liaison mécanique procure une très grande liberté de mouvement à l'objet dont on repère la position. En outre, le dispositif ainsi conçu est précis, fiable et relativement peu coûteux. Son procédé d'utilisation est aisé et rapide à mettre en oeuvre, ce qui confère au dispositif un caractère de flexibilité élevée.

Dans le cas où l'objet à repérer est une embase de machine de mesure tridimensionnelle, cette faculté de déplacement libre du support alliée à la grande précision et fiabilité de mesure obtenues fait du dispositif selon l'invention une solution particulièrement bien adaptée au problème mentionné précédemment de la limitation des volumes mesurables.

On pourra avantageusement prévoir, dans un souci d'économie et d'interchangeabilité, que tous les modules soient identiques.

Selon une caractéristique avantageuse de l'inven-

tion, chaque cible inclut un écran de détection photo-électrique de surface sensiblement plus grande que la section du rayon lumineux, pour fournir un signal donnant la position de la trace de ce rayon lumineux sur cet écran.

5 Ainsi, lors de l'une des étapes b) et c), le couple d'angles relevé pour définir la position angulaire de la tête d'un module éclairant la cible d'un autre module est combiné avec la position de la trace du rayon lumineux sur l'écran large de cette cible.

10 On pourra en outre avantageusement prévoir que lors de l'étape b), le relèvement de chaque couple d'angles fourni par les capteurs de chaque module lorsque la source de ce module éclaire la cible d'un autre module soit déclenché par le signal délivré par cette cible lorsqu'elle  
15 est éclairée.

Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, le dispositif comporte au moins deux modules embarqués et au moins deux modules de référence. De préférence alors, les deux modules embarqués sont fixés par  
20 leur socle sur un support commun.

Il devient dès lors possible d'effectuer un repérage dynamique de l'objet, au cours duquel chaque module embarqué est en relation constante de pointage mutuel avec un module de référence déterminé, la tête de  
25 chaque module d'une paire comportant un module embarqué et un module de référence en relation de pointage mutuel étant pilotée par l'unité centrale en fonction du déplacement de la trace du rayon lumineux issu de sa source sur l'écran de la cible de l'autre module.

30 Le support peut avantageusement être équipé de moyens pour sa liaison à une embase de machine de mesure tridimensionnelle. Il peut aussi être directement équipé d'un palpeur pour former, avec les modules embarqués, une tête de mesure.

35 D'autres caractéristiques et avantages de l'in-

vention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui suit de modes de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs.

Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi 5 lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective illustrant un premier mode de réalisation de l'invention, appliquée au repérage positionnel de l'embase d'une machine de mesure tridimensionnelle ;

10 - la figure 2 est une vue en perspective d'un module d'émission et de réception du dispositif selon l'invention ;

- la figure 3 est une vue partielle en perspective selon la flèche III de la figure 2 ;

15 - la figure 4 est une vue en perspective analogue à la figure 1, illustrant un second mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 5 est une vue d'une tête de mesure formée par le support commun équipé de ses deux modules 20 embarqués et d'un palpeur, conformément à une variante du mode de réalisation de la figure 4.

La figure 1 illustre un exemple d'application du dispositif de repérage positionnel selon un premier mode de réalisation de l'invention. Le dispositif est ici associé 25 à l'embase 100 d'une machine de mesure tridimensionnelle 101 portable disposée dans un espace associé à un référentiel fixe noté ( $\Omega$ , X, Y, Z). Cette machine est constituée d'un support 102 et d'un bras déformable 103 comprenant plusieurs bras articulés et équipé à son extrémité libre 30 d'un palpeur 104. Plusieurs embases telles que 100 et 100' sont disposées dans l'espace associé au référentiel fixe ( $\Omega$ , X, Y, Z). La machine 101 peut être déplacée d'une embase à une autre en fonction de la position du point à mesurer, le support 102 étant fixé sur l'embase 100, 100' 35 adéquate. Des trièdres (0, x, y, z) et (0', x', y', z')

sont respectivement associés aux embases 100 et 100'. La position et l'orientation de ces trièdres dans le référentiel fixe ( $\Omega$ , X, Y, Z) sont repérées au moyen du dispositif et du procédé selon l'invention.

5 Le dispositif de repérage selon l'invention comporte une pluralité de modules d'émission et de réception qui sont au moins au nombre de trois. Dans l'exemple illustré à la figure 1, seuls trois modules sont utilisés. Parmi ces modules on distingue un module embarqué 1 monté  
 10 sur le support 102 de la machine de mesure 101 dont on souhaite repérer la position et l'orientation dans le repère fixe ( $\Omega$ , X, Y, Z), et deux modules de référence 2, 3 disposés dans l'espace à distance l'un de l'autre et du module embarqué 1 et de façon à ne pas être alignés avec ce  
 15 dernier. Les trois modules sont ainsi disposés aux trois sommets d'un triangle.

Dans l'exemple illustré, l'embase 100 repose sur le sol, de sorte que l'axe z est sensiblement vertical, c'est-à-dire parallèle à l'axe Z du référentiel fixe de  
 20 l'espace. Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à cette disposition, et l'axe z, ainsi d'ailleurs que les axes x et y du référentiel de l'embase 100, pourront être orientés suivant des directions quelconques dans le référentiel fixe ( $\Omega$ , X, Y, Z).

25 Ainsi, dans le cas le plus général, le repérage positionnel de l'embase 100, c'est-à-dire de son référentiel (0, x, y, z), est subordonné à la donnée de six variables, dont trois variables donnant la position de l'origine 0 de ce trièdre et trois autres variables donnant  
 30 les cosinus directeurs des axes x, y et z.

Les trois modules d'émission et de réception 1, 2, 3 sont ici identiques et se composent principalement d'un socle 4 et d'une tête mobile 5.

35 Comme cela est mieux visible à la figure 2, le socle 4 comporte une embase de fixation 55 et, surmontant

2764992

7

cette embase, un ensemble 6 formant capteur angulaire, qui est ici constitué par un couple moteur-encodeur ayant un arbre de sortie 7 d'axe 7.1. Le moteur électrique délivre un signal de retour correspondant à la position angulaire de son arbre de sortie. Le couple moteur-encodeur 6 exerce donc une double fonction de moteur et de capteur.

Une tourelle 8 est montée sur le support 4 pour pivoter autour de l'axe 7.1. A la figure 2, on a noté  $\alpha$  l'angle repérant la position angulaire de cette tourelle autour de l'axe 7.1. En l'espèce, la tourelle 8 présente la forme d'une équerre et possède une petite branche 9 fixée sur l'arbre 7 du couple moteur-encodeur 6, perpendiculairement à l'axe 7.1, et une grande branche 10 s'étendant parallèlement à l'axe 8.

Un autre ensemble 11 formant capteur angulaire, analogue à l'ensemble 6 précédent, est monté fixe sur l'extrémité libre de la grande branche 10 de l'équerre 8. Cet autre couple moteur-encodeur 11 possède un arbre 12 d'axe 13 perpendiculaire à la grande branche 10 de l'équerre 8 et donc perpendiculaire à l'axe 7.1 de l'ensemble 6 du socle 4. En outre, les axes 13 et 7.1 sont ici sécants. L'arbre 12 traverse une lumière 14 ménagée dans la branche 10 pour supporter la tête mobile 5. La tête 5 est ainsi montée sur la tourelle 8 pour pivoter autour de l'axe 13, et sa position angulaire par rapport à cet axe 13 est repérée par un angle  $\beta$ .

En l'espèce, la tête mobile 5 possède un plateau 15 parallèle à l'axe 13 de l'ensemble 11 et équipé d'une oreille de fixation 16 rigidement fixée sur l'arbre 12.

Une source 17 de rayon lumineux 18, tel qu'un laser, est montée fixe sur le plateau 15 par l'intermédiaire d'un support 19. La source 17 est disposée de telle sorte que le rayon 18 coupe l'axe 7.1 de l'ensemble 6 et soit perpendiculaire à l'axe 13 de l'ensemble 11.

Une cible active 20 est en outre montée sur le

plateau 15. Cette cible est ici de forme rectangulaire et possède une face active 21 (visible à la figure 3) délivrant un signal électrique témoignant de son éclairement par un rayon lumineux incident 18 issu de la source de l'un 5 des autres modules, comme cela sera mieux expliqué ultérieurement.

De plus, dans l'exemple illustré, la face active 21 de la cible 20 est constituée par la face active d'un écran de détection photo-électrique de surface sensiblement 10 plus grande que la section du rayon lumineux 18 et délivrant un signal électrique représentatif de la position de la trace 22 de ce rayon lumineux sur cet écran. On pourra par exemple utiliser des capteurs du type PIN-Spot 2D fabriqués par la société américaine UDT Sensors.

15 Dans l'exemple d'application illustré sur la figure 1, le socle 4 du module 1 est fixé sur l'embase 100 de telle sorte que l'axe 7.1 de pivotement de la tourelle 8 coïncide avec l'axe z du repère (0, x, y, z) associé à l'embase 100.

20 Les modules de référence 2, 3 reposent, et sont éventuellement fixés, par leur socle 4 sur le sol.

Des câbles de liaison électrique 27, 28, 29 relient respectivement les modules 1, 2, 3 à une boîte de dérivation 30 qui est elle-même reliée, par l'intermédiaire 25 d'un câble 31, à une unité centrale d'acquisition et de traitement 32 ici constituée par un micro-ordinateur. Subsidiairement, on notera que la machine 101 peut également être reliée, par l'intermédiaire d'un câble, à l'unité centrale 32. Cette liaison est bien entendu indépendante de 30 celle des modules 1, 2, 3 avec l'unité centrale 32.

Les câbles 27, 28, 29, 31 assurent ainsi une circulation à double sens des signaux électriques échangés entre l'unité centrale 32 et chacun des modules 1, 2, 3. En particulier, l'unité centrale 32 pilote les deux couples 35 moteur-encodeur 6 et 11 pour commander les pivotements de

la tête mobile 5 autour des axes 7.1 et 13. En retour, les positions angulaires de la tête mobile 5 autour des axes 7.1 et 13, respectivement relevées par les couples moteur-encodeur 6 et 11, sont transmises à l'unité centrale 32.

5 On peut également prévoir que la mise sous tension et hors tension de la source de rayonnement laser 17 soit commandée par l'unité centrale 32.

6 Pour repérer la position du support 102, c'est-à-dire de son trièdre ( $\Omega$ , x, y, z) dans le référentiel fixe 10 ( $\Omega$ , X, Y, Z), on procède de la manière suivante.

7 Dans une première étape, une distance de référence, telle que celle D séparant les deux modules de référence 2, 3, est mesurée et mémorisée dans l'unité centrale 32. Cette mesure permet de fixer l'échelle 15 dimensionnelle de repérage dans le repère fixe ( $\Omega$ , X, Y, Z).

8 Tous les modules sont alimentés et doivent être mis en rotation pour une procédure d'initialisation (point zéro). Cette opération peut être effectuée par un zéro 20 mécanique (mise en butée), ou par un passage au-dessus d'un point d'indexage du codeur. L'initialisation permet de connaître l'angle absolu de chaque axe de rotation par rapport à un point zéro établi lors du calibrage de l'appareil.

25 Dans une seconde étape, les modules sont mis successivement deux par deux dans une relation de pointage mutuel selon laquelle, pour chaque paire de modules 1, 2, 3, la cible 20 de chacun des deux modules de cette paire est éclairée par le rayon lumineux 18 issu de la source 17 30 de l'autre module. Dans l'exemple illustré par la figure 1, les modules 1 et 3 sont en relation de pointage mutuel.

35 L'unité centrale 32 mémorise les deux couples d'angles  $\alpha$ ,  $\beta$  relevés par les couples moteur-encodeur 6, 11 pour les positions angulaires correspondantes des têtes mobiles 5 des deux modules.

La mémorisation de chaque couple d'angles  $\alpha$ ,  $\beta$  relevé par les éléments 6, 11 de chaque module lorsque la source 17 de ce module éclaire la cible 20 d'un autre module peut être déclenchée manuellement, ou automatiquement par le signal délivré par cette cible lorsqu'elle est éclairée.

Enfin, dans une troisième et dernière étape, l'unité centrale 32 calcule, à partir des couples d'angles  $\alpha$ ,  $\beta$  relevés lors de l'étape b) et de la distance de 10 référence  $D$  mémorisée, la position et l'orientation spatiale de l'objet.

En outre, lors de la deuxième ou de la troisième étape, le couple d'angles  $\alpha$ ,  $\beta$  relevé pour définir la position angulaire de la tête 5 d'un module éclairant la 15 cible 20 d'un autre module est combiné avec la position de la trace 22 du rayon lumineux 18 sur l'écran large 21 de cette cible. On obtient ainsi une bonne précision de mesure tout en facilitant le pointage d'une cible d'un module par le rayon issu de la source d'un autre module.

On notera cependant qu'il serait également possible d'utiliser des cibles actives ayant un écran de réception de rayon lumineux plus étroit et transmettant à l'unité de traitement électronique un simple signal du type "tout ou rien" correspondant à un état d'éclairage ou de 25 non éclairage de la cible par le rayon lumineux 34. De telles cibles actives seraient alors analogues à des cellules photo-électriques classiques. Dans ce cas, les angles repérant la position angulaire de la tête mobile autour de ses deux axes de pivotement seraient directement 30 transmis à l'unité centrale sans correction, le signal issu des cibles actives ayant alors pour seule fonction de témoigner de leur éclairage et, éventuellement, de déclencher la mémorisation du couple d'angles correspondant.

35 La figure 4 illustre un autre mode de réalisation

du dispositif selon l'invention. Le dispositif comporte ici un second module embarqué 34 identique aux autres modules 1, 2, 3. Les deux modules embarqués 1 et 34 sont tous deux fixés par leur socle 4 sur une face supérieure 35 d'un

5 support commun 36 de forme oblongue. On a noté  $d$  la distance séparant les deux modules embarqués 1 et 34, laquelle distance est de préférence connue (en fait, elle serait calculable par deux mesures successives en mode à 10 trois modules dans le cadre d'une phase préliminaire 10 d'étalonnage). On pourra avantageusement utiliser cette distance  $d$  pour fixer l'échelle dimensionnelle dans les calculs de repérage effectués par l'unité centrale 32, à la place ou en complément de la distance  $D$  entre les deux modules de référence.

15 Le support commun 36 possède, en saillie de sa face inférieure opposée à la face supérieure 35, un pied 37 de raccordement à une embase 100 de machine de mesure tridimensionnelle.

Grâce à ce dispositif à deux modules embarqués, 20 il est possible de mettre en oeuvre un mode de repérage dynamique de l'objet à repérer. Ainsi, dans l'exemple illustré, si l'embase 100 est fixée sur un objet mobile (par exemple un moteur à mettre dans une position précise), il est possible de suivre le déplacement de cet objet en 25 temps réel, la forme et les dimensions de cet objet ayant été préalablement relevées au moyen d'une machine de mesure tridimensionnelle fixée sur l'embase 100.

Au cours de ce mode de repérage dynamique, chaque module embarqué est en relation constante de pointage 30 mutuel avec un module de référence déterminé. La tête 5 de chaque module de chaque paire comportant un module embarqué et un module de référence en relation de pointage mutuel est alors pilotée en fonction du déplacement de la trace 22 du rayon lumineux 18 issu de sa source 17 sur l'écran 21 de 35 la cible 20 de l'autre module. Ainsi, dans l'exemple

illustré à la figure 4, le module embarqué 1 et le module de référence 3 se pointent et se "suivent" mutuellement. Lorsque le support commun 36 se déplace, la trace 22 du rayon 18 sur la cible 20 se déplace en correspondance et 5 l'information sur ce déplacement, reçue par l'unité centrale, permet à celle-ci de piloter en conséquence la tête 5 du module de référence 3 pour que le rayon 18 émis par sa source 17 suive le module embarqué 1 dans son déplacement.

De même manière, l'information relative au 10 déplacement de la trace du rayon 18 issu de la source 17 du module embarqué 1 sur la cible 20 du module de référence 3 permet à l'unité centrale 32 de piloter la tête 5 du module embarqué 1 pour que le rayon 18 émis par sa source 17 reste pointé sur la cible 20 du module de référence 3.

15 Le même procédé de pointage mutuel est appliqué à la paire formée par le module embarqué 34 et le module de référence 2.

Dans une variante, illustrée à la figure 5, le pied 37 n'est plus comme précédemment raccordé à une embase 20 d'une machine de mesure, mais est équipé inférieurement d'un palpeur 38. Le support commun 36 forme ainsi, avec les deux modules embarqués 1 et 34, une tête mobile de mesure permettant d'effectuer directement le repérage de points dans l'espace.

25 L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, mais englobe au contraire toute variante reprenant, avec des moyens équivalents, ses caractéristiques essentielles.

Par exemple, bien qu'il ait été décrit des dispositifs dans lesquels les signaux issus des cibles actives 30 sont transmis à l'unité centrale par des câbles de liaison électrique, il serait également possible d'assurer cette liaison au moyen d'un système émetteur-récepteur sans fil.

35 Comme cela a été mentionné précédemment dans la partie introductory, le fait que, dans les exemples illus-

très, le dispositif et le procédé selon l'invention aient été appliqués au repérage positionnel d'une embase de machine de mesure tridimensionnelle n'est nullement limitatif. Il sera bien entendu possible d'appliquer ce dispositif et ce procédé à d'autres domaines et de manière différente, en montant le ou les module(s) embarqué(s) sur tout autre objet dont on souhaite déterminer la position et l'orientation dans l'espace.

Bien qu'il ait été décrit des dispositifs de repérage comportant seulement deux modules de référence, il sera possible de réaliser un dispositif comportant d'autres modules de référence. Un nombre élevé de modules de référence augmente d'ailleurs d'autant la précision du repérage.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de repérage positionnel d'un objet (101) dans l'espace, caractérisé en ce qu'il comporte au moins trois modules d'émission et de réception (1, 2, 3 ; 5 34), dont au moins un module embarqué (1 ; 34) associé à l'objet (101) à repérer et au moins deux modules de référence (2, 3), les modules étant reliés à une unité centrale d'acquisition et de traitement (32), chaque module comportant :
  - 10 - un socle (4), le socle du ou de chaque module embarqué étant solidaire de l'objet (101) à repérer,
  - une tête (5) montée sur le socle (4) pour pivoter autour de deux axes (7.1, 13) non parallèles entre eux,
  - 15 - deux capteurs de position angulaire (6, 11) associés aux mouvements de pivotement de la tête (5) autour des deux axes précités de pivotement (7.1, 13),
  - une source (17) de rayon lumineux (18) portée par la tête mobile (5),
  - une cible active (20) portée par la tête mobile (5) et 20 délivrant un signal électrique témoignant de son éclairement par un rayon lumineux incident (18) issu de la source (17) de l'un des autres modules.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que tous les modules d'émission et de réception 25 (1, 2, 3 ; 34) sont identiques.
3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque cible (20) inclut un écran de détection photo-électrique de surface sensiblement plus grande que la section du rayon lumineux (18), 30 pour fournir un signal donnant la position de la trace (22) de ce rayon lumineux sur cet écran.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux modules embarqués (1 ; 34) et au moins deux modules de référence (2, 3).
- 35 5. Dispositif selon la revendication 4, caracté-

risé en ce que les deux modules embarqués sont fixés par leur socle (4) sur un support commun (36).

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le support commun (36) possède des moyens 5 (37) pour sa liaison à une embase (100) de machine de mesure tridimensionnelle.

7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le support commun (36) est équipé d'un palpeur (38) pour former avec les deux modules embarqués 10 (1; 34), une tête de mesure.

8. Procédé d'utilisation d'un dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

a) une distance de référence ( $D$  ;  $d$ ) séparant deux modules 15 (1, 2, 3 ; 34) est préalablement mesurée et mémorisée dans l'unité centrale (32),

b) les modules (1, 2, 3 ; 34) sont mis deux par deux dans une relation de pointage mutuel selon laquelle, pour chaque paire de modules, la cible (20) de chacun des deux modules 20 de cette paire est éclairée par le rayon lumineux (18) issu de la source (17) de l'autre module et l'unité centrale (32) mémorise les deux couples d'angles ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) relevés par les capteurs (6, 11) pour les positions angulaires correspondantes des têtes mobiles (5) des deux modules,

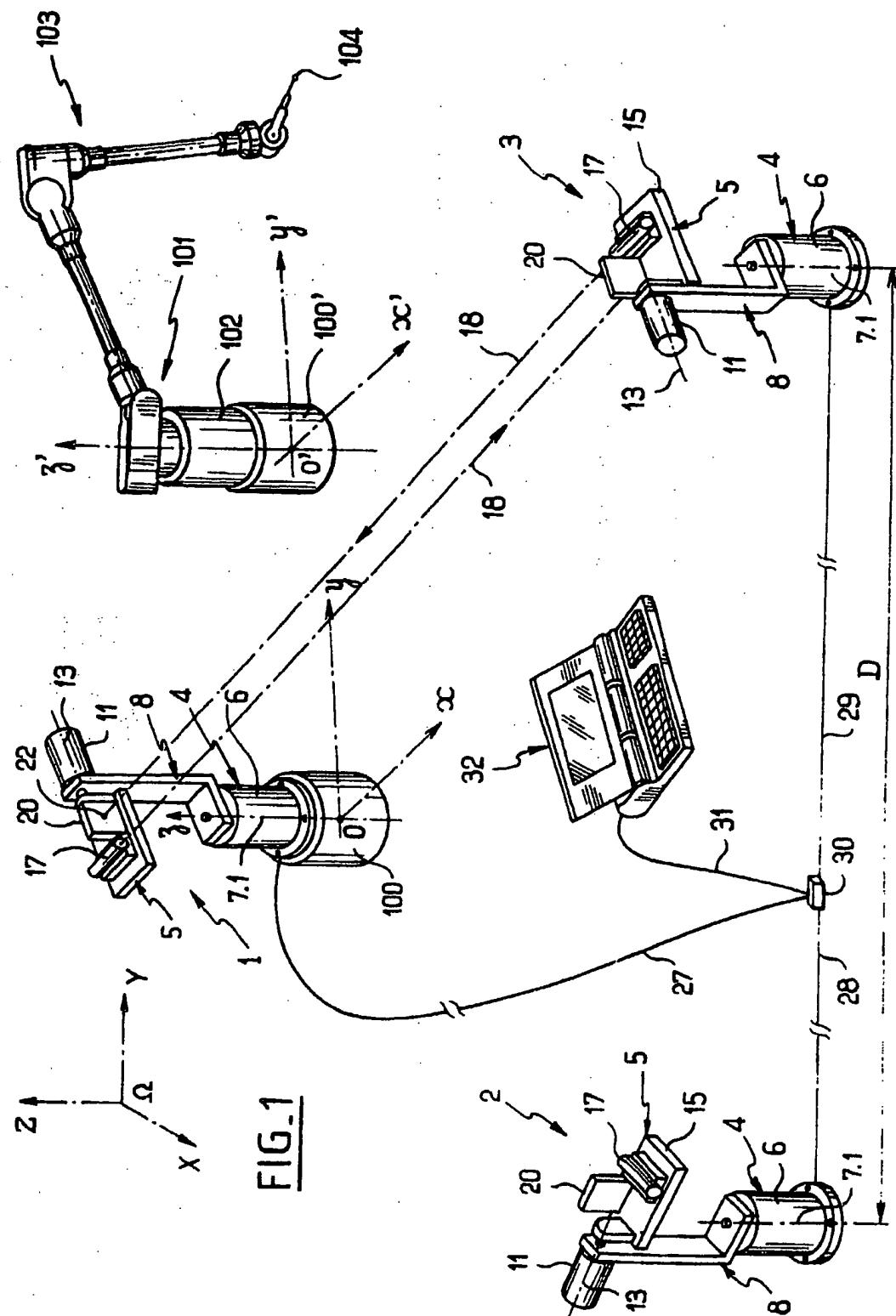
25 c) à partir des couples d'angles ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) relevés lors de l'étape b) et de la distance de référence ( $d$ ) mémorisée, l'unité centrale (32) calcule la position et l'orientation de l'objet.

9. Procédé selon la revendication 8 pour l'utilisation d'un dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que, lors de l'une des étapes b) et c), le couple d'angles ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) relevé pour définir la position angulaire de la tête (5) d'un module éclairant la cible (20) d'un autre module est combiné avec la position de la 35 trace (22) du rayon lumineux (18) sur l'écran large (21) de

cette cible (20).

10. Procédé selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que, lors de l'étape b), le relèvement de chaque couple d'angles ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) fourni par les capteurs 5 (6, 11) de chaque module lorsque la source (17) de ce module éclaire la cible (20) d'un autre module est déclenché par le signal délivré par cette cible lorsqu'elle est éclairée.

11. Procédé selon l'une des revendications 8 et 10 9, pour l'utilisation d'un dispositif selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte un mode de repérage dynamique de l'objet, au cours duquel chaque module embarqué est en relation constante de pointage mutuel avec un module de référence déterminé, la 15 tête (5) de chaque module d'une paire comportant un module embarqué et un module de référence en relation de pointage mutuel étant pilotée par l'unité centrale (32) en fonction du déplacement de la trace (22) du rayon lumineux (18) issu de sa source (17) sur l'écran (21) de la cible (20) de 20 l'autre module de cette paire.



2764992

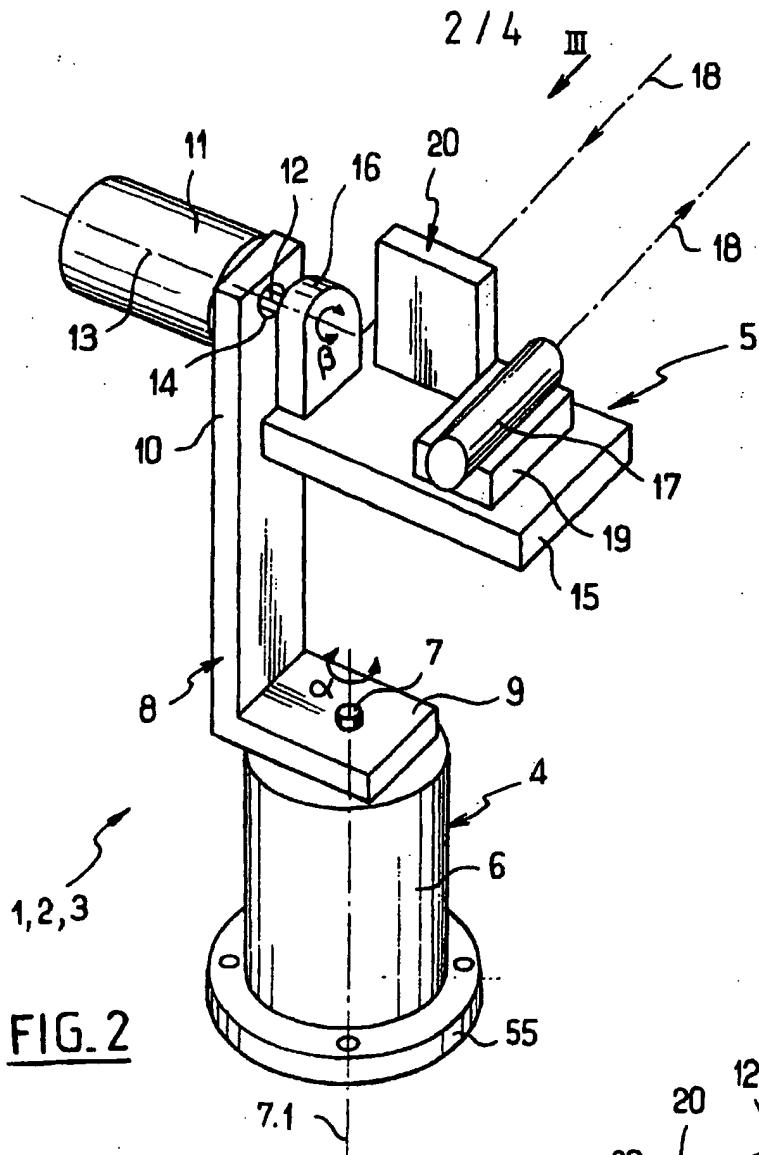


FIG. 2

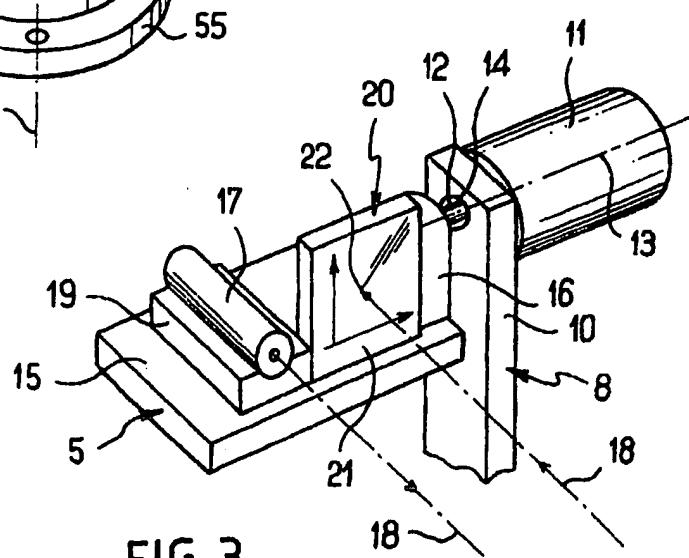
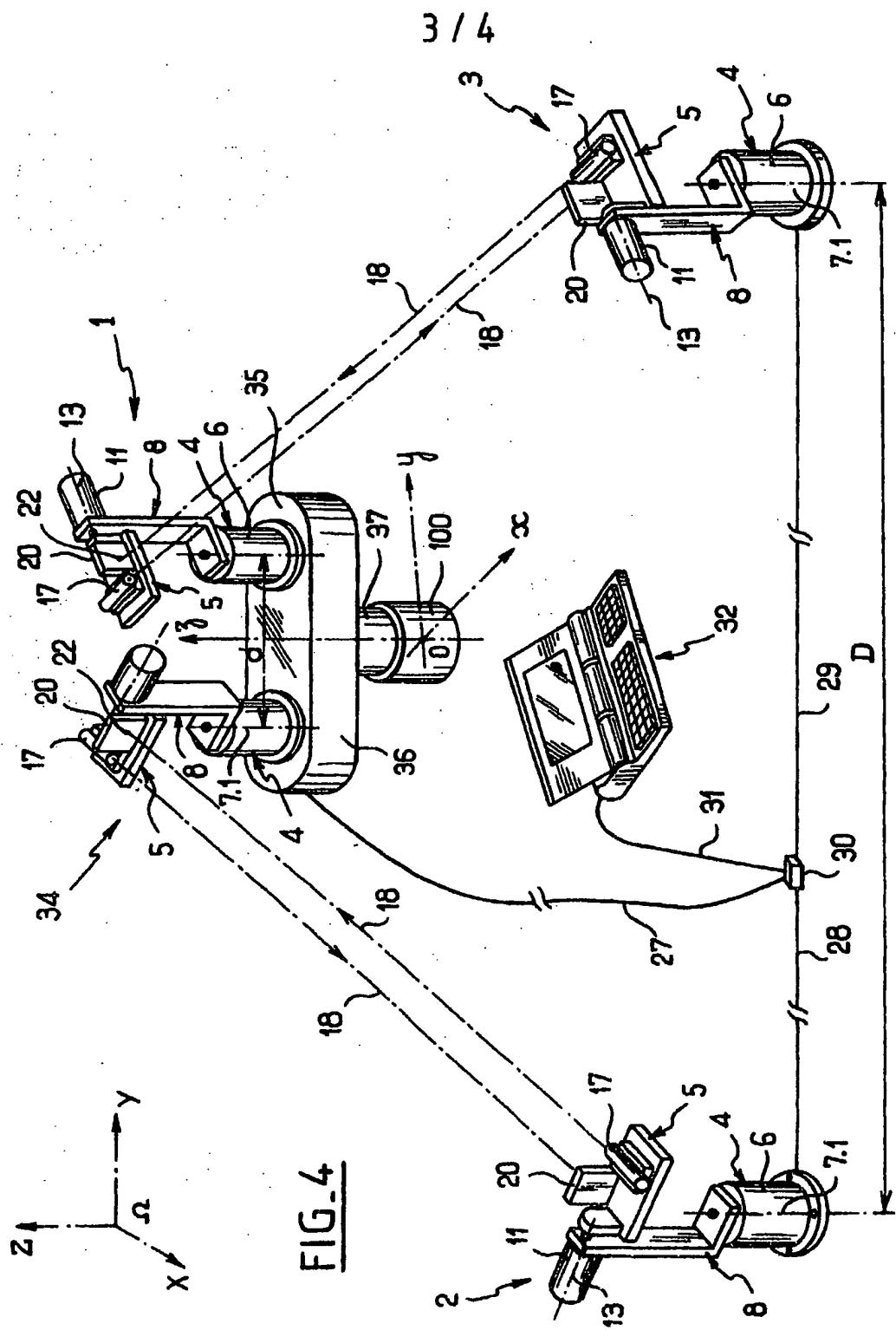


FIG. 3



2764992

4 / 4

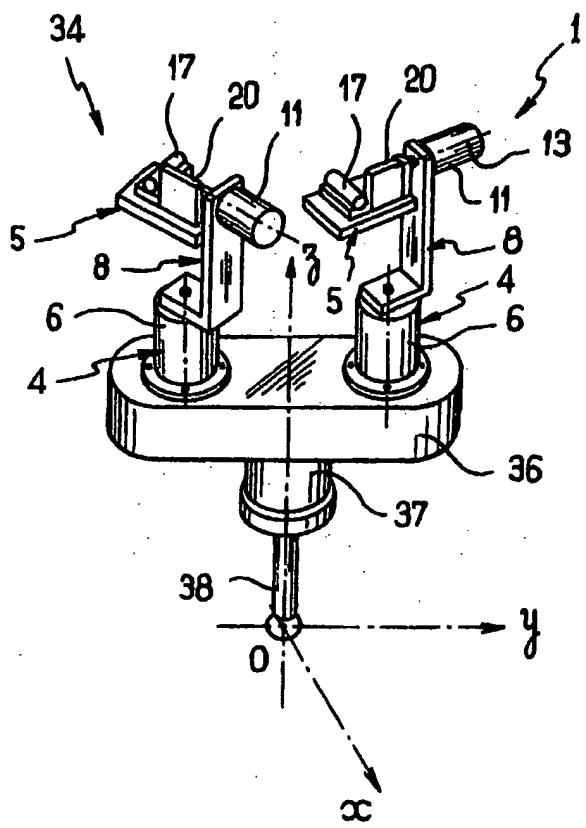


FIG. 5

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

Après l'accomplissement de la procédure prévue par les textes rappelés ci-dessus, le brevet est délivré. L'Institut National de la Propriété Industrielle n'est pas habilité, sauf dans le cas d'absence manifeste de nouveauté, à en refuser la délivrance. La validité d'un brevet relève exclusivement de l'appréciation des tribunaux.

L'I.N.P.I. doit toutefois annexer à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention. Ce rapport porte sur les revendications figurant au brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimiteront l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n' étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION	
Référence des documents (avec indication, le cas échéant, des parties pertinentes)	Revendications du brevet concernées
US 4 820 041 A (DAVIDSON RICHARD W ET AL) • colonne 10, ligne 29 - colonne 11, ligne 23; figures 1-3 • colonne 12, ligne 1 - ligne 6	1,8
WO 95 35479 A (EATON HOMER) • page 12, ligne 7 - ligne 33; figure 1 • page 7, ligne 16 - ligne 20	1,7,8
EP 0 143 012 A (SCIAKY SA) • abrégé; figure 2	1,8
WO 93 23764 A (VERNON GAUGING SYSTEMS LIMITED ;LLOYD DAVID WILLIAM (GB)) • page 3, ligne 15 - ligne 34; figure 1	1
EP 0 512 356 A (MAUSER WERKE OBERNDORF) • colonne 2, ligne 45 - colonne 3, ligne 55; figure 1	1
2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL	
US 4 621 926 A (MERRY J BRADFORD ET AL)	
3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES	
Référence des documents (avec indication, le cas échéant, des parties pertinentes)	Revendications du brevet concernées
NEANT	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.